

LASER BEAM MACHINING METHOD AND LASER MACHINING DEVICE

Publication number: JP2000141071

Publication date: 2000-05-23

Inventor: IMOTO KATSUYUKI

Applicant: HITACHI CABLE

Classification:

- International: *B23K26/00; B23K26/06; B23K26/073; B23K26/08; B23K26/14; B23K26/00; B23K26/06; B23K26/08; B23K26/14; (IPC1-7): B23K26/06; B23K26/00; B23K26/08; B23K26/14*

- European:

Application number: JP19980316182 19981106

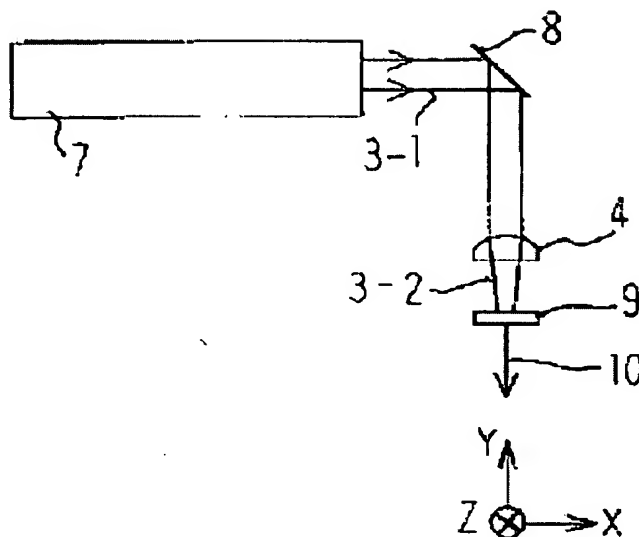
Priority number(s): JP19980316182 19981106

[Report a data error here](#)

Abstract of JP2000141071

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a laser beam machining method and a laser beam machining device by which works different in shape can easily be machined with high machining dimensional precision and at high speed hardly causing microcracks.

SOLUTION: An almost parallel laser beams 3-1 are converged by a condenser lens 4, and the converged laser beams 3-2 pass through a transparent columnar rod (or a circular tube) 9 to obtain linear light beam 10, thereby the width of the irradiated part of the work becomes small, consequently the machining dimensional precision becomes high. When the work is irradiated with the line shape light beam 10, since the irradiation of local thermal energy is eliminated, the occurrence of a microcrack is reduced. Since the light beams used for the irradiation are in a line shape, the work can be machined at higher speed as compared to use spot-shaped light beams by moving the work relatively in the extending direction of the line-shaped light beams 10. Since the light beams are in the line shape, the works different in shape can easily be machined.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-141071

(P2000-141071A)

(43) 公開日 平成12年5月23日 (2000.5.23)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
B 2 3 K 26/06		B 2 3 K 26/06	A 4 E 0 6 8
	26/00	26/00	E
	26/08	26/08	N
	26/14	26/14	F
			Z
審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 7 頁)			

(21) 出願番号 特願平10-316182

(22) 出願日 平成10年11月6日 (1998.11.6)

(71) 出願人 000005120

日立電線株式会社

東京都千代田区大手町一丁目6番1号

(72) 発明者 井本 克之

茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立

電線株式会社オプトロシステム研究所内

(74) 代理人 100068021

弁理士 網谷 信雄

Fターム(参考) 4E068 AE00 CA01 CA10 CD01 CD05

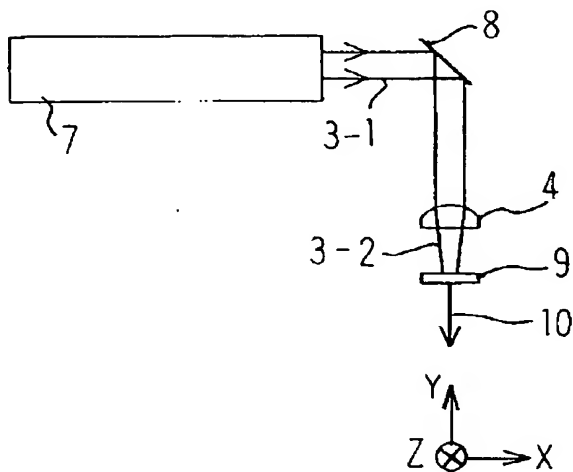
CD08 CE01 CH07 CJ01 DB13

(54) 【発明の名称】 レーザ加工方法及びレーザ加工装置

(57) 【要約】

【課題】 加工寸法精度が高く、マイクロクラックの発生が少なく、高速加工が可能であり、異形状の被加工物の加工が容易であるレーザ加工方法及びレーザ加工装置を提供する。

【解決手段】 略平行なレーザビーム3-1が集光レンズ4で集光され、その集光されたレーザビーム3-2が透明な円柱ロッド（あるいは円管）9を通ることにより線状光線10となるので、被加工物1における照射部の幅が小さくなる。その結果、加工寸法精度が高くなる。被加工物1に線状光線10が照射されると、局所的な熱エネルギーの照射がなくなるのでマイクロクラックの発生が少なくなる。照射される光線が線状のため、線状光線10の延長方向に相対移動させることにより、スポット状の光線と比べて高速加工が可能となる。光線が線状のため、異形状の被加工物の加工が容易となる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 略平行なレーザビームを集光レンズで集光して透明な円柱ロッドに導き、該円柱ロッドと交差するように通過させて幅W長さLの線状光線とし、該線状光線を被加工物に照射しつつ、該被加工物かあるいは上記線状光線のいずれか一方を上記線状光線の延長方向に相対移動させて加工することを特徴とするレーザ加工方法。

【請求項2】 略平行なレーザビームを集光レンズで集光して透明な円管に導き、該円管と交差するように通過させて幅W長さLの線状光線とし、該線状光線を被加工物に照射しつつ、該被加工物かあるいは上記線状光線のいずれか一方を上記線状光線の延長方向に相対移動させて加工することを特徴とするレーザ加工方法。

【請求項3】 上記レーザとして、CO₂レーザ、COレーザ、YAGレーザ、エキシマレーザ、銅蒸気レーザ、あるいはHe-Cdレーザのいずれかを用了請求項1または2に記載のレーザ加工方法。

【請求項4】 上記被加工物として、非金属材料、金属材料、あるいは結晶材料のいずれかを用了請求項1から3のいずれかに記載のレーザ加工方法。

【請求項5】 上記被加工物に線状光線を照射して蒸発切断するか、熱応力によって亀裂を発生させ、その亀裂を進展させることにより割る切断切断するか、溝を形成するか、あるいは溶接する請求項1から4のいずれかに記載のレーザ加工方法。

【請求項6】 上記線状光線の幅W及び長さLを調節する方法として、上記円柱ロッドあるいは上記円管と上記被加工物との間隔Sか、上記集光レンズと上記円柱ロッドあるいは上記円管との間隔Fか、上記円柱ロッドあるいは上記円管の径Dを変える請求項1から5のいずれかに記載のレーザ加工方法。

【請求項7】 上記線状光線の線長Lを、上記被加工物の蒸発切断線あるいは切断切断線に沿って照射し、上記被加工物を該蒸発切断線あるいは上記切断切断線の長手方向に移動することにより切断加工する請求項1から6のいずれかに記載のレーザ加工方法。

【請求項8】 上記被加工物を保持すると共に、上記線状光線の線長Lを上記被加工物の蒸発切断あるいは切断切断サイズ以上の大きさで照射して蒸発切断するか、あるいは切断切断する請求項1から7のいずれかに記載のレーザ加工方法。

【請求項9】 上記被加工物に予めけがき線を形成しておき、上記線状光線を上記けがき線上に沿って照射することにより蒸発切断するか、あるいは切断切断する請求項7または8に記載のレーザ加工方法。

【請求項10】 上記被加工物の形状として、平板状か、表面が曲線状か、あるいは凹凸状に変形したものを用了加工する請求項1から9のいずれかに記載のレーザ加工方法。

【請求項11】 上記線状光線の照射方向に沿ってアシストガスを流して上記被加工物を加工する請求項1から10のいずれかに記載のレーザ加工方法。

【請求項12】 略平行なレーザビームを出射するレーザ発振器と、該レーザビームを集光する集光レンズと、透明な円柱ロッドあるいは円管からなり集光したレーザビームを線状光線に変換する変換手段と、該線状光線が被加工物に照射されるように上記被加工物かあるいは上記線状光線のいずれか一方を上記線状光線の延長方向に相対移動させる相対移動手段とを備えたことを特徴とするレーザ加工装置。

【請求項13】 上記レーザ発振器として、CO₂レーザ、COレーザ、YAGレーザ、エキシマレーザ、銅蒸気レーザ、あるいはHe-Cdレーザのいずれかを用了請求項12に記載のレーザ加工装置。

【請求項14】 上記レーザ発振器は、上記被加工物を蒸発切断、切断切断、溝形成あるいは溶接できるようにパワーを調整することができる請求項12または13に記載のレーザ加工装置。

【請求項15】 上記円柱ロッドあるいは上記円管と被加工物との間隔Sか、上記集光レンズと上記円柱ロッドあるいは上記円管との間隔Fを調節できる調節機構を有する請求項12から14のいずれかに記載のレーザ加工装置。

【請求項16】 上記相対移動手段が、被加工物を上記線状光線に沿って移動させるステージである請求項12から15のいずれかに記載のレーザ加工装置。

【請求項17】 上記線状光線上に予めけがき線を形成するけがき線形成機構を有する請求項12から16のいずれかに記載のレーザ加工装置。

【請求項18】 上記線状光線の照射方向に沿ってアシストガスを噴出する噴出機構を有する請求項12から17のいずれかに記載のレーザ加工装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レーザ加工方法及びレーザ加工装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、CO₂レーザやYAGレーザ、あるいはエキシマレーザを用いて金属材料や非金属材料を切断したり、溝や穴を形成したり、溶接したり、さらには材料表面改質を行ったりする技術が徐々に実用化されるようになってきた。

【0003】図9及び図10は従来のレーザ加工方法の概念図である。

【0004】図9に示す加工方法は、基板（金属あるいは非金属材料基板）1にCO₂レーザビーム3-1を照射して基板1を切断するものである。すなわち、CO₂レーザビーム3-1を集光レンズ4で集光し、その集光した細径のスポット径を有するレーザビーム3-1を、

矢印2方向に移動する基板1の表面に照射して切断溝5を形成しながら基板1を二つに分断する方法であり、いわゆる蒸発切断法である。

【0005】この方法では集光したレーザビーム3-1は基板1の表面に100μm前後のビームスポット径で焦点を結ぶように照射され、基板1の表面からレーザビーム3-1の熱エネルギーによって材料を蒸発させながら切断溝5が形成される。

【0006】図10に示す加工方法は、移動する基板1の表面に500μm以上のビームスポット径を有するCO₂レーザ発振器のレーザビーム3-1を照射して基板1に熱応力による亀裂6を発生させ、その亀裂6をレーザビーム3-1の照射軌跡に沿って進展させることにより基板1を二つに分断する、いわゆる割断による分断方法である。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、図9及び図10に示した従来のレーザ加工方法は、ドライでクリーンなプロセスであるという利点がある反面、以下のような問題点がある。

【0008】(1) 照射するレーザビーム3-1は、円形のスポット径(0.1mmφ〜3mmφ)か、長軸と短軸との比が2.0対1.0程度の楕円形(短軸:0.1mmφ程度)であるため、切断あるいは割断の加工寸法精度は上記数値よりも低く抑えることが困難である。

【0009】切断の場合には、少なくとも0.1mmの切り代幅と少なくとも0.1mmの加工寸法精度を免れない。また、割断の場合には、材料が熔融せず、かつ所望の熱応力分布をもたせるため、スポット径を少なくとも0.5mmφよりも大きくしなければならないので、その分だけ割断加工寸法精度も劣化してしまう。

【0010】(2) 局所的に熱エネルギーが加えられるので、切断あるいは割断した面やエッジに熱歪によるマイクロクラックが発生しやすい。特に、高熱膨張率のガラス基板やガラスやガラス成型品を加工する際にはマイクロクラックが発生しやすい。さらに加工速度を上げようとしてレーザビームのパワーを高めていくと、熱歪によるマイクロクラックの発生が顕著になる。

【0011】そこで、本発明の目的は、上記課題を解決し、加工寸法精度が高く、マイクロクラックの発生が少なく、高速加工が可能であり、異形状の被加工物の加工が容易であるレーザ加工方法及びレーザ加工装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明のレーザ加工方法は、略平行なレーザビームを集光レンズで集光し透明な円柱ロッドに導き、円柱ロッドと交差するように通過させて幅W長さLの線状光線とし、線状光線を被加工物に照射しつつ、被加工物かあるいは線状光線のいずれか一方を線状光線の延長方向に相

対移動させて加工するものである。

【0013】本発明のレーザ加工方法は、略平行なレーザビームを集光レンズで集光して透明な円管に導き、円管と交差するように通過させて幅W長さLの線状光線とし、線状光線を被加工物に照射しつつ、被加工物かあるいは線状光線のいずれか一方を線状光線の延長方向に相対移動させて加工するものである。

【0014】上記構成に加え本発明のレーザ加工方法は、レーザとして、CO₂レーザ、COレーザ、YAGレーザ、エキシマレーザ、銅蒸気レーザ、あるいはHe-Cdレーザのいずれかを用いるのが好ましい。

【0015】上記構成に加え本発明のレーザ加工方法は、被加工物として、非金属材料、金属材料、あるいは結晶材料のいずれかを用いるのが好ましい。

【0016】上記構成に加え本発明のレーザを用いた加工方法は、被加工物に線状光線を照射して蒸発切断するか、熱応力によって亀裂を発生させ、その亀裂を進展させることにより割る割断切断するか、溝を形成するか、あるいは溶接するものである。

【0017】上記構成に加え本発明のレーザ加工方法は、線状光線の幅W及び長さLを調節する方法として、円柱ロッドあるいは円管と被加工物との間隔Sか、集光レンズと円柱ロッドあるいは円管との間隔Fか、円柱ロッドあるいは円管の径Dを変えるのが好ましい。

【0018】上記構成に加え本発明のレーザ加工方法は、線状光線の線長Lを、被加工物の蒸発切断線あるいは割断切断線に沿って照射し、被加工物を蒸発切断線あるいは割断切断線の長手方向に移動することにより切断加工するのが好ましい。

【0019】上記構成に加え本発明のレーザ加工方法は、被加工物を保持すると共に、線上光線の線長Lを被加工物の蒸発切断あるいは割断切断サイズ以上の大きさで照射して蒸発切断するか、あるいは割断切断するのが好ましい。

【0020】上記構成に加え本発明のレーザ加工方法は、被加工物に予めけがき線を形成しておき、線上光線をけがき線上に沿って照射することにより蒸発切断するか、あるいは割断切断するのが好ましい。

【0021】上記構成に加え本発明のレーザ加工方法は、被加工物の形状として、平板状か、表面が曲線状か、あるいは凹凸状に変形したものをを用いて加工してもよい。

【0022】上記構成に加え本発明のレーザを用いた加工方法は、線状光線の照射方向に沿ってアシストガスを流して被加工物を加工するのが好ましい。

【0023】本発明のレーザ加工装置は、略平行なレーザビームを出射するレーザ発振器と、レーザビームを集光する集光レンズと、透明な円柱ロッドあるいは円管からなり集光したレーザビームを線状光線に変換する変換手段と、線状光線が被加工物に照射されるように被加工

物かあるいは線状光線のいずれか一方を線状光線の延長方向に相対移動させる相対移動手段とを備えたものである。

【0024】上記構成に加え本発明のレーザ加工装置は、レーザ発振器として、CO₂レーザ、COレーザ、YAGレーザ、エキシマレーザ、銅蒸気レーザ、あるいはHe-Cdレーザのいずれかを用いるのが好ましい。

【0025】上記構成に加え本発明のレーザ加工装置のレーザ発振器は、被加工物を蒸発切断、切断切断、溝形成あるいは溶接できるようにパワーを調整することができるのが好ましい。

【0026】上記構成に加え本発明のレーザ加工装置は、円柱ロッドあるいは円管と被加工物との間隔Sか、集光レンズと円柱ロッドあるいは円管との間隔Fを調節できる調節機構を有するのが好ましい。

【0027】上記構成に加え本発明のレーザ加工装置は、相対移動手段が、被加工物を線状光線に沿って移動させるステージであってもよい。

【0028】上記構成に加え本発明のレーザ加工装置は、線状光線上に予めけがき線を形成するけがき線形成機構を有するのが好ましい。

【0029】上記構成に加え本発明のレーザ加工装置は、線状光線の照射方向に沿ってアシストガスを噴出する噴出機構を有するのが好ましい。

【0030】本発明によれば、集光レンズで集光されたレーザビームが透明な円柱ロッドあるいは円管を通ることにより線状光線となるので、被加工物における照射部の幅が小さくなる。その結果、加工寸法精度が高くなる。被加工物に線状光線が照射されると、局所的な熱エネルギーの照射がなくなるのでマイクロクラックの発生が少なくなる。照射される光線が線状のため、線状光線の延長方向に相対移動させることにより、スポット状の光線と比べて高速加工が可能となる。光線が線状のため、異形状の被加工物の加工が容易となる。

【0031】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を添付図面に基づいて詳述する。

【0032】図1は本発明のレーザ加工方法を適用した加工装置の概念図である。

【0033】レーザとしてCO₂レーザを用いた場合で説明するが、CO₂レーザの他、COレーザ、YAGレーザ、エキシマレーザ、銅蒸気レーザ、He-Cdレーザ等を用いることができる。

【0034】CO₂レーザ発振器7から出射された略平行なレーザビーム3-1は全反射ミラー8で直角に曲げられて集光レンズ4に案内される。この集光レンズ4でレーザビーム3-1は集光され、透明な円柱ロッド9に集められる（本発明の特徴はこの円柱ロッド9を用いた点にある）。この円柱ロッド9は、ZnSe、Ge等のCO₂レーザビーム3-1を透過させる材料で構成され

る。

【0035】円柱ロッド9に集められたレーザビーム3-2は、この円柱ロッド9でスポット径dから幅W、長さLの線状光線10に変換される。すなわち、Z軸方向（紙面に垂直な方向）に線状の光線10を形成する。この線状光線10の幅Wはスポット径dよりも十分に小さい値であり、長さLもスポット径dの1桁以上大きい値にすることができる。

【0036】このような線状光線10を基板1上に照射すると、加工寸法精度を向上させることができ、エネルギー密度が長さLに広げられて薄くなるので、熱歪によるマイクロクラックの発生を抑圧することができ、さらにCO₂レーザ発振器7のCO₂レーザビームのパワーを高くすることにより、高速の加工をマイクロクラック無しで実現することができる。また、表面が平坦な基板以外に、表面に凹凸や丸みのある被加工物も容易に加工することができる。

【0037】図2(a)は基板上に線状光線を照射するための光学系の正面図であり、図2(b)は図2(a)の右側面図であり、図2(c)は線状光線が照射された基板の平面図である。

【0038】線状光線10の線幅W、線の長さLは円柱ロッド9の直径Dφ、集光レンズ4と円柱ロッド9との間隔F（すなわち、円柱ロッド9に集光されるCO₂レーザ発振器のレーザビーム3-2のスポット径dに依存する）、円柱ロッド9と基板1との間隔Sによって制御することができる。

【0039】図3は図2に示した線状光線の線の長さLと間隔Sとの関係を示す図であり、横軸が間隔Sであり、縦軸が線の長さLである。

【0040】この特性は、間隔Sと線長Lとの関係を円柱ロッド9の直径Dをパラメータにして求めた結果である。なお、この特性は、CO₂レーザビーム3-2の円柱ロッド9の表面でのビームスポット径が約0.2mmφの結果である。

【0041】図3より、線状光線10の線長Lは間隔Sを大きくすることができ、また、円柱ロッド9の直径Dを小さくすることによっても大きくすることができる。なお、図3における線状光線10の線幅Wは0.07mm以下であった。すなわち、CO₂レーザビーム3-2のスポット径d（約0.2mmφ）の約1/3の値になった。線長Lをさらに大きくするには集光レンズ4と円柱ロッド9との間隔Fを広げればよい。線長Lを100mm以上にするには容易であり、例えば基板1のサイズをカバーするだけの線長Lに設定しておけば、基板1を図9や図10に示したように矢印2方向に移動することなく加工することができる。

【0042】図4(a)は線状光線を被加工物に照射するための光学系の側面図であり、図4(b)は線状光線が照射された被加工物の平面図である。

【0043】略平行なレーザビーム3-1が集光レンズ4で集光された後円柱ロッド9で線状光線10に変換されている。線状光線の幅が被加工物1の幅より大きければ線状光源を移動させることなく照射することができる。

【0044】図5は本発明のレーザ加工方法を適用したレーザ加工装置の概念図である。

【0045】この加工装置は、略平行なレーザビーム3-1を射出するレーザ発振器7と、レーザビーム3-1を集光する集光レンズ4と、集光したレーザビームを線状光線10に変換する変換手段としての円柱ロッド9と、線状光線10が被加工物としての基板1に照射されるように基板1を線状光線10の延長方向に相対移動させる相対移動手段としてのXYZ（あるいはXYZθ）移動ステージ11とで構成されている。

【0046】すなわち、この加工装置は、基板1（ガラス基板、セラミック基板、サファイアや水晶やLiNbO₃等の結晶基板、絶縁膜付きのSi基板等を用いることができる）をXYZ移動ステージ11上に固定し、基板1を矢印2方向に移動しながら基板1を切断したり、

【0047】図6は本発明のレーザ加工方法の他の実施の形態を示す概念図である。

【0048】この加工方法は、基板1の一方の端面付近に予めけがき線12を形成しておき、そのけがき線上に線状光線10を照射して亀裂6を発生させて分断する方法である。

【0049】けがき線12は、基板1の一方の端面付近以外に、基板1の一端から他端にわたって形成してもよい。また、この加工方法では蒸発切断、割断切断のいずれにも適用することができる。

【0050】図7（a）は本発明のレーザ加工方法の他の実施の形態を示す概念図であり、図7（b）は図7（a）に示した被加工物の平面図であり、図7（c）は図7（a）に示した被加工物の側面図である。

【0051】この加工方法は、被加工物としての湾曲板13に線状光線10を照射することによって蒸発切断したり、割断により分断したりする方法である。このように被加工物の表面が平坦でなくても線状光線の長さ方向の光エネルギー分布は略一様であるので、容易に加工を行うことができる。

【0052】本発明は上述した実施の形態には限定されない。

【0053】(a) レーザの種類として、CO₂レーザやCOレーザを用いれば、非金属材料、磁性材料、金属材料、結晶材料等を切断したり、割断したり、溝を形成したり、あるいは金属材料同士を溶接したりすることができる。

【0054】(b) YAGレーザを用いれば、SiやGaAs等の半導体材料を切断したり、溝を形成したり、割断したりすることができる。エキシマレーザを用いれば、高分子材料を切断したり、溝を形成したりするのが容易になる。

【0055】(c) 円柱ロッドの代わりに円管を用いても線状光線を照射することができる。

【0056】(d) 線状光線を被加工物に照射して加工する際には基板表面にアシストガス（空気、窒素、酸素、アルゴンあるいはこれらの混合ガス）を流すことにより、クリーンでドライなプロセスで加工を行うことができ、被加工物に蒸発物やゴミが付着することがない。

【0057】(e) 加工の際に被加工物をボックスで囲い、ボックス内を強制排気することにより、被加工物へのゴミの付着を防止することができる。

【0058】(f) 基板の裏面の線状光線の下部を強制冷却するようにすれば、より高寸法精度、より高速で加工を行うことができる。

【0059】(g) CO₂レーザビームに波長0.6μm帯の赤色レーザビームを重ねさせて線状光線に赤色レーザの線状光線を重ねさせておけば、加工位置の認識が容易となる。なお、赤色レーザビームは加工前に照射するだけにして加工位置を認識した後は照射を停止し、加工用線状光線のみを被加工物に照射して加工するようにしてもよい。

【0060】(h) 図8は本発明のレーザ加工方法の他の実施の形態を示す概念図である。

【0061】図1に示した実施の形態との相違点は、線状光線の照射方向に沿ってアシストガスを流して被加工物を加工する点である。

【0062】図8に示すように、円柱ロッド9を上下（矢印15方向）に移動できる移動機構（図示せず）を加工装置に設け、線状光線10の線長L及び線幅Wを自由に調節できるようにしてもよい。すなわち、間隔下を大きくすれば線幅Wを広げかつ線長Lを大きくでき、より高速で割断することができる。この場合にはアシストガス14-1、14-2は線状光線10の伝搬方向に沿って流すようにして、円柱ロッド9へのパーティクルの付着防止を図ると共に、被加工物1へのパーティクルの付着防止と熱歪によるクラック発生を抑圧を図ることができる。

【0063】(i) 図5に示すステージ11のY方向を調節することにより、円柱ロッド9と被加工物1との間隔Sを変え、線状光線の長さLを調整するようにしてもよい。このようにすれば、被加工物1のサイズが大幅に変わっても線長Lを調整するだけで、ステージの移動量の仕様を変えなくても対応することができる。

【0064】すなわち、ステージの移動量が少ないので、その分だけ高機械精度のステージを製作することができる。またトータルコストも低く抑えることができ

る。

【0065】(i) 図1に示した構成において、全反射ミラー8は用いなくて線状のレーザー光線をCO₂レーザービーム3-1と平行になるようにしてもよい。また逆にCO₂レーザー発振器7をY方向に縦に設置し、このCO₂レーザー発振器7と全反射ミラー8との間にさらに全反射ミラーを設けることにより、設置スペースを有効に利用するようにしてもよい。

【0066】以上において、本レーザー加工方法及びレーザー加工装置によれば、(1) レーザビームの細い線幅で長い線状のレーザー光線に変換し、この線状光線を被加工物に照射することによって、蒸発切断の切り代幅を大幅に小さくすることができると共に、その加工寸法精度も向上させることができる。また、熱応力による亀裂を発生させ、それを進展させて割断する方法においても加工寸法精度を大幅に向上させることができる。

【0067】(2) 熱エネルギーが一点に集中せず、線状に分布するので、熱歪によるマイクロクラックの発生を抑えることができる。

【0068】(3) 高速で加工することができる。

【0069】(4) 被加工物の移動量がわずかで済むために、被加工物を固定、搭載して移動させるステージの精度を上げることができ、かつ低コストで実現することができる。

【0070】(5) 異形状の被加工物を容易に加工することができる。

【0071】

【発明の効果】以上要するに本発明によれば、次のような優れた効果を発揮する。

【0072】加工寸法精度が高く、マイクロクラックの発生が少なく、高速加工が可能であり、異形状の被加工物の加工が容易であるレーザー加工方法及びレーザー加工装置の提供を実現することができる。

*【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のレーザー加工方法を適用した加工装置の概念図である。

【図2】(a)は基板上に線状光線を照射するための光学系の正面図であり、(b)は(a)の右側面図であり、(c)は線状光線が照射された基板の平面図である。

【図3】図2に示した線状光線の線の長さLと間隔Sとの関係を示す図である。

10 【図4】(a)は線状光線を被加工物に照射するための光学系の側面図であり、(b)は線状光線が照射された被加工物の平面図である。

【図5】本発明のレーザー加工方法を適用したレーザー加工装置の概念図である。

【図6】本発明のレーザー加工方法の他の実施の形態を示す概念図である。

【図7】(a)は本発明のレーザー加工方法の他の実施の形態を示す概念図であり、(b)は(a)に示した被加工物の平面図であり、(c)は(a)に示した被加工物の側面図である。

【図8】本発明のレーザー加工方法の他の実施の形態を示す概念図である。

【図9】従来のレーザー加工方法の概念図である。

【図10】従来のレーザー加工方法の概念図である。

【符号の説明】

1 被加工物(基板)

3-1、3-2 レーザビーム

4 集光レンズ

7 レーザ発振器(CO₂レーザー発振器)

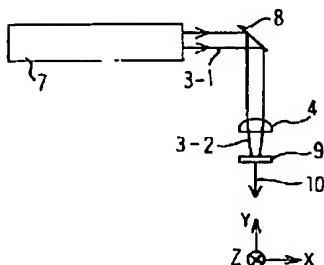
8 反射ミラー

9 円柱ロッド

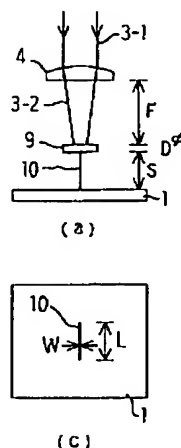
10 線状光線

*

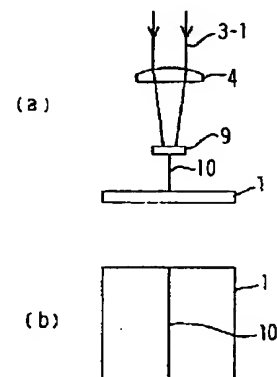
【図1】



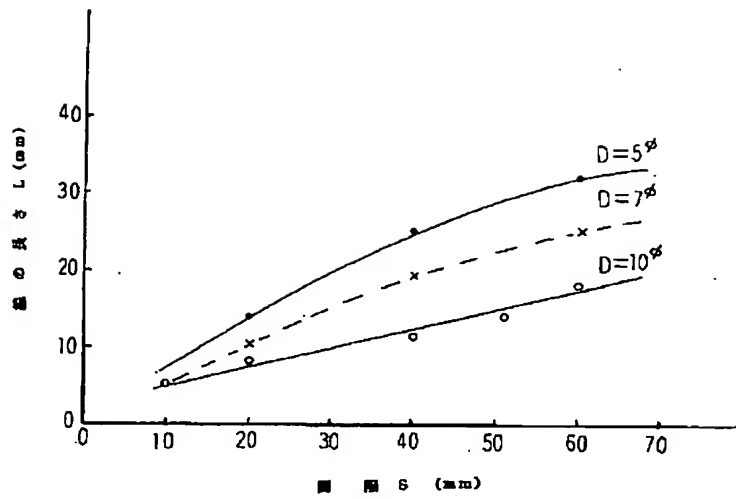
【図2】



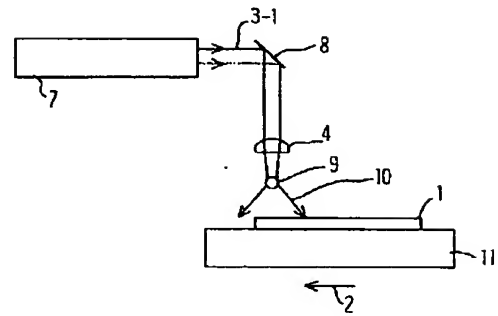
【図4】



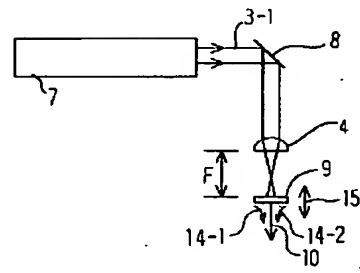
【図3】



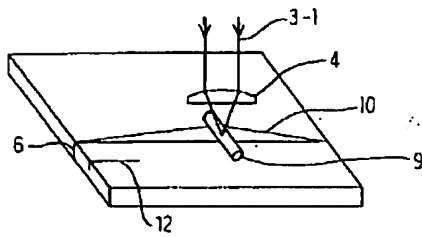
【図5】



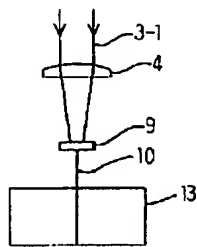
【図8】



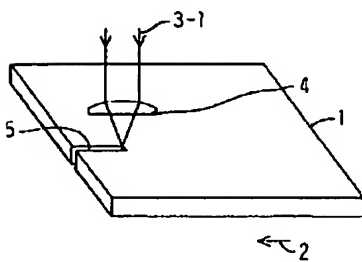
【図6】



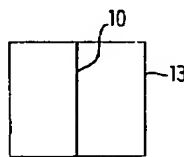
【図7】



【図9】



(a)



(b)



(c)

【図10】

